

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-249614

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int. C.I. <sup>6</sup> G 11 B	識別記号 5/31 5/23	府内整理番号 9058-5 D 7303-5 D	F I G 11 B 5/31 5/23	技術表示箇所 D W
---------------------------------------	----------------------	--------------------------------	-------------------------------	------------------

審査請求 未請求 請求項の数 9

OL

(全7頁)

(21)出願番号 特願平8-44407

(71)出願人 390009531

(22)出願日 平成8年(1996)3月1日

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション

(31)優先権主張番号 399781

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

(32)優先日 1995年3月6日

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 デーヴィッド・ユージン・ハイム

アメリカ合衆国94062 カリフォルニア州  
レッドウッド・シティ グランド・ストリート 502

(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

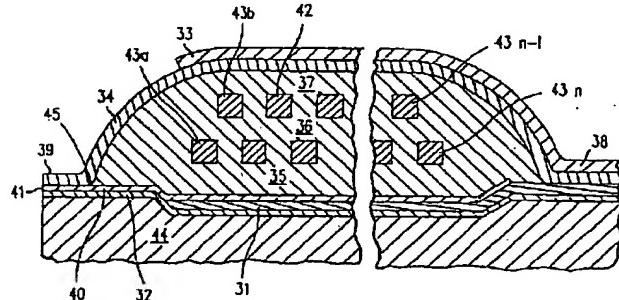
最終頁に続く

(54)【発明の名称】制御飽和薄膜磁気書き込みヘッド

## (57)【要約】

【課題】 ゼロ・スロート・ポイントとヨーク・フレア・ポイントとの間の第1および第2の磁気ヨーク層の幅が徐々に広がり、この長さにわたって磁束密度が一様になり、単一電流で長さ全体が急激に飽和に達するようになっている薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 その結果、この長さの飽和が起こると、空気軸受け表面のギャップの磁場がわずかに増加し、飽和値を上回る電流の場合に書き込み磁場が一定になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記録表面を有する磁気記録媒体と、薄膜磁気ヘッドと、前記ヘッドを支持する空気軸受けスライダと、前記磁気記録媒体の記録表面に前記磁気ヘッドを非常に隣接させて前記空気軸受けスライダを支持するヘッド・アーム手段と、前記ヘッド・アーム手段を支持し、前記磁気記録媒体の記録表面に対して前記ヘッド・アーム手段を移動させるアクセス手段とを含み、前記薄膜磁気ヘッドが電極先端領域から後部ギャップ領域まで延びる第1の磁気ヨーク層と、前記電極先端領域で前記第1の磁気ヨーク層から所定のわずかな距離だけ離れて変換ギャップを形成し、ゼロ・スロート・ポイントで前記第1の磁気ギャップ層から分かれ始めて中央領域で前記磁気ヨーク層間に空間を形成し、前記後部ギャップ領域で前記第1の磁気ヨーク層と接触する、第2の磁気ヨーク層とを含み、前記第1および第2の磁気ヨーク層が、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記後部ギャップ領域に向かってフレア・ポイントまで延び、そのフレア・ポイントで前記磁気ヨーク層の幅が徐々に増加し、前記ヨーク構造が、前記磁気ヨーク層間に空間に付着させた導体コイルによって活動化され、前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅が前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間で徐々に広がり、書き込み電流が前記コイルに印加されると、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記フレア・ポイントまでの磁気ヨーク層の長さがほぼ同時に飽和し、飽和値を上回る書き込み電流の場合に書き込み磁場が一定になるようになっていることを特徴とする、磁気ディスク記録システム。

【請求項2】電極先端領域から後部ギャップ領域まで延びる第1の磁気ヨーク層と、前記電極先端領域で前記第1の磁気ヨーク層から所定のわずかな距離だけ離れて変換ギャップを形成し、ゼロ・スロート・ポイントで前記第1の磁気ギャップ層から分かれ始めて中央領域で前記磁気ヨーク層間に空間を形成し、前記後部ギャップ領域で前記第1の磁気ヨーク層と接触する、第2の磁気ヨーク層とを含み、前記第1および第2の磁気ヨーク層が、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記後部ギャップ領域に向かってフレア・ポイントまで延び、そのフレア・ポイントで前記磁気ヨーク層の幅が徐々に増加し、前記ヨーク構造が、前記磁気ヨーク層間に空間に付着させた導体コイルによって活動化され、前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅が前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間で徐々に広がり、書き込み電流が前記コイルに印加されると、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記フレア・ボ

イントまでの磁気ヨーク層の長さがほぼ同時に飽和し、飽和値を上回る書き込み電流の場合に書き込み磁場が一定になるようになっていることを特徴とする、薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が線形テーパを含むことを特徴とする、請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が連続湾曲テーパを含むことを特徴とする、請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が、前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の距離のかなりの部分にわたって延びていることを特徴とする、請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が、前記ゼロ・スロート・ポイントと、前記フレア・ポイントまでの途中のポイントとの間に延びていることを特徴とする、請求項5に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が、前記ゼロ・スロート・ポイントを超えたポイントから前記フレア・ポイントまで延びていることを特徴とする、請求項5に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の幅が前記第1の磁気ヨーク層についてのみ変動することを特徴とする、請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の幅が前記第2の磁気ヨーク層についてのみ変動することを特徴とする、請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的には磁気ヘッドに関し、より具体的には薄膜磁気書き込みヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】薄膜磁気ヘッドは、ディスク・ドライブなどのデータ記憶装置では広く使用されている。本出願人に譲渡された米国特許第4878290号には、薄膜磁気ヘッドの1つの設計が示されている。また、米国特許第5255142号にも、同様の薄膜磁気ヘッドの設計が記載されている。このタイプの薄膜磁気ヘッド2

(図1を参照)は磁気ヨーク3を含み、この磁気ヨークは2つの磁気層を含み、これらの磁気層は、後部ギャップ領域4では互いに接触し、中央領域では間隔をあけて離れ、電極先端領域5ではわずかな間隔をあけて離れ、

変換ギャップを形成する。磁気ヨーク3は、中央領域の2つの磁気層間の空間に付着させたフラット・コイル6によって励起される。この磁気ヨーク層は、電極先端領域ではほぼ一定の幅を有し、この幅はフレア・ポイント7まで延び、このフレア・ポイントで磁気ヨーク層の幅は徐々に広くなり、その幅広の領域が後部ギャップ領域4まで延びている。

【0003】このタイプの薄膜磁気ヘッドは、長年にわたって多くの応用分野で正常に使用されてきた。しかし、このヘッドは、書き込み電流が広範囲に及んでも書き込み磁場が一定でなければならない応用分野には適さないような動作特性を有する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の主な目的は、大電流範囲でも書き込み磁場が一定になる薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、薄膜磁気ヘッドは、電極先端領域から後部ギャップ領域まで延びる第1の磁気ヨーク層と、電極先端領域で第1の磁気ヨーク層から所定のわずかな距離だけ離れて変換ギャップを形成し、ゼロ・スロート・ポイントで第1の磁気ギャップ層から分かれ始めて中央領域で磁気ヨーク層間の空間を形成し、後部ギャップ領域で第1の磁気ヨーク層と接触している第2の磁気ヨーク層とを含む。これらの磁気ヨーク層は、ゼロ・スロート・ポイントから前記後部ギャップ領域に向かってフレア・ポイントまで延び、そこで磁気ヨーク層の幅が徐々に増加する。このヨーク構造は、磁気ヨーク層間の空間に付着させた導体コイルによって活動化される。第1および第2の磁気ヨーク層の幅は、ゼロ・スロート・ポイントとフレア・ポイントとの間に徐々に広がり、書き込み電流がコイルに印加されると、ゼロ・スロート・ポイントからフレア・ポイントまでの磁気ヨーク層の長さがほぼ同時に飽和し、その飽和値を上回る書き込み電流の場合に書き込み磁場が一定になるようになっている。

【0006】

【発明の実施の形態】次に図2を参照すると、本発明は図2に示すように磁気ディスク記憶システムで実施されるものとして記載されているが、本発明は、たとえば、磁気テープ記録システムなどの他の磁気記録システムや、磁場の検出にセンサが使用される他の応用分野にも適用可能であることが明らかになるだろう。磁気ディスク記憶システムは、スピンドル14上に支持され、ディスク・ドライブ・モータ18によって回転される、少なくとも1つの回転可能磁気ディスク12を含む。各ディスク上の磁気記録媒体は、ディスク12上の同心データ・トラック(図示せず)の環状パターンの形式になっている。

【0007】ディスク12上には少なくとも1つのスラ

イダ13が位置決めされ、それぞれのスライダ13が1つまたは複数の磁気読み取り／書き込み変換器21(通常、読み取り／書き込みヘッドという)を支持している。ディスクが回転すると、スライダ13がディスク表面22上を半径方向に内側および外側に向かって移動し、ヘッド21が所望のデータが記録されているディスクのさまざまな部分にアクセスできるようになっている。それぞれのスライダ13は、サスペンション15によってアクチュエータ・アーム19に取り付けられている。サスペンション15はわずかなスプリング力を与え、このスプリング力がスライダ13をディスク表面22に対して偏向させる。それぞれのアクチュエータ・アーム19はアクチュエータ手段27に取り付けられている。図1に示すアクチュエータ手段は、たとえば、ボイス・コイル・モータ(VCM)にすることができる。VCMは、一定の磁場内で移動可能なコイルを含み、そのコイル移動の方向と速度は制御装置によって供給されるモータ電流信号によって制御される。

【0008】ディスク記憶システムの動作中、ディスク12が回転すると、スライダ13とディスク表面22との間に空気軸受が形成され、それがスライダ上で上向きの力すなわち揚力を發揮する。したがって、この空気軸受は、サスペンション15のわずかなスプリング力を相殺し、動作中にわずかでほぼ一定の間隔分だけスライダ13をディスク表面から離してわずかに浮き上がった状態で支持する。

【0009】ディスク記憶システムのさまざまな構成要素は、アクセス制御信号や内部クロック信号など、制御ユニット29によって生成される制御信号によって動作が制御される。通常、制御ユニット29は、たとえば、論理制御回路、記憶手段、マイクロプロセッサなどを含む。制御ユニット29は、線23上のドライブ・モータ制御信号や、線28上のヘッド位置シーク制御信号など、さまざまなシステムの動作を制御するための制御信号を生成する。線28上の制御信号は、関連ディスク12上の所望のデータ・トラックまで指定のスライダ13を最適に移動させて位置決めするために、所望の電流プロファイルを提供する。読み取り／書き込みヘッド21との読み取り信号および書き込み信号のやりとりは、記録チャネル25によって行われる。

【0010】典型的な磁気ディスク記憶システムの上記の説明と、図2の添付図面は、例示のみを目的とするものである。したがって、ディスク記憶システムは多数のスライダを含む場合もあることは明らかである。

【0011】本発明の特徴によれば、磁気電極のゼロ・スロート高と、ヨーク部分を形成するために電極がフレアし始めるポイントとの間の部分の幅は、徐々に増加する。すなわち、ゼロ・スロート高からフレア・ポイントまでテーパを形成する。この幅の増加量は、テーパの長さにわたって磁束密度が一様になるように選択する。し

たがって、所定の電流になると、テーパの長さ全体が急激に飽和に達する。飽和時にこの長さは、電極先端への追加磁束のための非常に幅広のエア・ギャップとして機能する。その結果、長さの飽和が発生すると、空気軸受け表面（A B S）での変換ギャップの磁場はわずかに増加し、飽和値を上回る書き込み電流の場合に書き込み磁場が一定になる。

【0012】次に図3および図4を参照すると、同図には本発明による薄膜磁気ヘッドの特定の実施例が示されている。薄膜磁気ヘッド30は、たとえば、パーマロイなどの磁性材料からなる2つの層32（p1）および34（p2）から形成されたヨーク構造を含む。層32および34は、整形層31および33をそれぞれ含む2つの段階に付着していることが好ましい。これらの層32および34は、後部ギャップ領域38を除き、絶縁層35、36、37によって分離され、この後部ギャップ層では物理的に接触し、電極先端領域39では、非磁性材料からなる薄い層40によって分離されて変換ギャップ41を形成する。

【0013】本発明の特徴によれば、電極先端領域39の幅は、以下に詳述するようにゼロ・スロート・ポイント45からフレア・ポイント46に向かってテーパされている。層32および34の間の空間には平らな導体コイル42が含まれている。コイル42は、絶縁材料からなる層35、36、37の間に楕円パターン状にメッキされた2つの層内に複数の巻線43a～nを有する。変換ギャップ41の端部は、非磁性基板44上に形成されたA B Sと一致し、その基板上に上記の層が付着されている。変換ギャップ41は、回転式磁気ディスク12などの磁気記録媒体と空気軸受け関係にあって相互に作用する。磁気ディスクが回転すると、ヘッド30は、A B Sがディスクの記録表面22に非常に隣接した状態で浮上する。

【0014】図5を参照すると、ヘッド30の電極先端領域39は、ゼロ・スロート・ポイント45とフレア・ポイント46との間に延びるテーパ部分47を含む。ゼロ・スロート・ポイントは、変換ギャップ41付近のポイントであって、コイル42が付着される空間を形成するためにヨーク層32および34が分かれ始めるポイントとして定義される。

【0015】電極先端領域をテーパした結果、薄膜磁気ヘッドの動作に及ぼす影響は、図6を参照することによって理解することができる。図6の最上部の曲線48は、電極先端領域がほぼ均一の幅を有する先行技術の構造を示している。この曲線によれば、約5mAの飽和電流を上回ると、ギャップ磁場が増加を続け、書き込み電流も増加することが分かる。

【0016】この理由は図7で分かるが、同図には、飽和前のp1（32）とp2（34）の全磁束とゼロ・スロート位置45からp1またはp2に沿った距離の関係

が示されている。全磁束の最高値はx=18μmに近い（フレア・ポイント46付近）。磁束密度が最高のポイントがヘッドに使用される材料のBs値に達すると飽和の兆候が始まるが、そのポイントでは、ヘッド内のそのポイントの増分透磁性が空気と同じになる。すなわち、透磁性=1になる。コイル電流がさらに増加するには、磁束がこの有効エア・ギャップを越えて、最終的に電極先端に達する必要がある。電流が増加すると、飽和領域が膨張し、エア・ギャップが拡大する。図6は、この領域の長さが数ミクロンまで拡大する可能性があるものの、A B Sでのギャップ磁場を実質的に増加させるのに十分なほど磁束が有効ギャップを越えることを示している。

【0017】この先行技術の動作とは対照的に、図6の下の2つの曲線49および50は、約5mAの書き込み電流で飽和が起こるが、電極先端領域がテーパされた実施例のコイル電流をさらに増加させるためにギャップ磁場の増加は一切起こらないことを示している。

【0018】本発明の特定の実施例は図8に示されているが、同図では、p1とp2の両方の幅がゼロ・スロートの3ミクロン上からx=18ミクロンのヨーク・フレア・ポイントまで徐々に増加している。磁束密度は、p1とp2両方の約15ミクロンの長さにわたって一様になっていることが分かる。その結果、ヘッドが飽和状態に入ると、同時にそれも15ミクロンの長さ全体にわたってそのようになる。このため、磁束が越えるための有効エア・ギャップが前述の先行技術の設計よりかなり大きくなり、先行技術の設計に比べ、A B Sでのギャップ磁場の増加が大幅に低減される。これは、図6の曲線49および50に示されている。

【0019】書き込み電流とは無関係に特定レベルのギャップ磁場を達成できるように、設計要因のトレードオフを行うことができることが分かるだろう。図5に示す電極先端領域のテーパは線形テーパであり、これは理想的なテーパに非常に近いものを表している。しかし、図8の特定の実施例のp2の実際のテーパは図9に示す。実際のテーパはわずかな湾曲を有し、したがって、最適制御が必要な場合は連続湾曲テーパを使用する必要があることが分かるだろう。

【0020】好ましい実施例は、ゼロ・スロートからヨーク・フレア・ポイントまでのできるだけ大きい長さにわたってp1とp2の両方がテーパされる。しかし、精度の低い制御で十分な場合には、ゼロ・スロート45とフレア・ポイント46との間の空間により長さの短いテーパを使用することによって、これを得ることができるはずである。図10に示す4つの曲線は、それぞれ異なるテーパ長を有するものである。これらの曲線は、テーパ領域の長さが減少するにつれて、電流による書き込み磁場の変動がより大きくなることを示している。

【0021】設計上のトレードオフのもう1つの選択肢

は、p1またはp2だけをテープすることである。この場合、テープは後部ギャップ領域38までの全域にわたって延びる必要がある。この設計の結果は図11に示すが、予想通り、中間レベルの書き込み電流の独立性が示されている。

【0022】本発明の好ましい実施例に関して本発明を具体的に示し説明してきたが、当業者であれば、本発明の精神、範囲、教示を逸脱せずに形式および細部のさまざまな変更が可能であることを理解するだろう。したがって、ここに開示する本発明は、単に例示にすぎず、特許請求の範囲に明記されたように範囲のみ限定されると見なすべきである。

【0023】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0024】(1) 記録表面を有する磁気記録媒体と、薄膜磁気ヘッドと、前記ヘッドを支持する空気軸受けスライダと、前記磁気記録媒体の記録表面に前記磁気ヘッドを非常に隣接させて前記空気軸受けスライダを支持するヘッド・アーム手段と、前記ヘッド・アーム手段を支持し、前記磁気記録媒体の記録表面に対して前記ヘッド・アーム手段を移動させるアクセス手段とを含み、前記薄膜磁気ヘッドが電極先端領域から後部ギャップ領域まで延びる第1の磁気ヨーク層と、前記電極先端領域で前記第1の磁気ヨーク層から所定のわずかな距離だけ離れて変換ギャップを形成し、ゼロ・スロート・ポイントで前記第1の磁気ギャップ層から分かれ始めて中央領域で前記磁気ヨーク層間に空間を形成し、前記後部ギャップ領域で前記第1の磁気ヨーク層と接触する、第2の磁気ヨーク層とを含み、前記第1および第2の磁気ヨーク層が、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記後部ギャップ領域に向かってフレア・ポイントまで延び、そのフレア・ポイントで前記磁気ヨーク層の幅が徐々に増加し、前記ヨーク構造が、前記磁気ヨーク層間に空間に付着させた導体コイルによって活動化され、前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅が前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フロア・ポイントとの間に広がり、書き込み電流が前記コイルに印加されると、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記フレア・ポイントまでの磁気ヨーク層の長さがほぼ同時に飽和し、飽和値を上回る書き込み電流の場合に書き込み磁場が一定になるようになっていることを特徴とする、磁気ディスク記録システム。

(2) 電極先端領域から後部ギャップ領域まで延びる第1の磁気ヨーク層と、前記電極先端領域で前記第1の磁気ヨーク層から所定のわずかな距離だけ離れて変換ギャップを形成し、ゼロ・スロート・ポイントで前記第1の磁気ギャップ層から分かれ始めて中央領域で前記磁気ヨーク層間に空間を形成し、前記後部ギャップ領域で前記第1の磁気ヨーク層と接触する、第2の磁気ヨーク層とを含み、前記第1および第2の磁気ヨーク層が、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記後部ギャップ領域に向

10

20

30

40

50

かってフレア・ポイントまで延び、そのフレア・ポイントで前記磁気ヨーク層の幅が徐々に増加し、前記ヨーク構造が、前記磁気ヨーク層間に空間に付着させた導体コイルによって活動化され、前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅が前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フロア・ポイントとの間に広がり、書き込み電流が前記コイルに印加されると、前記ゼロ・スロート・ポイントから前記フレア・ポイントまでの磁気ヨーク層の長さがほぼ同時に飽和し、飽和値を上回る書き込み電流の場合に書き込み磁場が一定になるようになっていることを特徴とする、薄膜磁気ヘッド。

(3) 前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間に前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が線形テーパを含むことを特徴とする、上記(2)に記載の薄膜磁気ヘッド。

(4) 前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間に前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が連続湾曲テーパを含むことを特徴とする、上記(2)に記載の薄膜磁気ヘッド。

(5) 前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が、前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の距離のかなりの部分にわたって延びていることを特徴とする、上記(2)に記載の薄膜磁気ヘッド。

(6) 前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が、前記ゼロ・スロート・ポイントと、前記フロア・ポイントまでの途中のポイントとの間に延びていることを特徴とする、上記(5)に記載の薄膜磁気ヘッド。

(7) 前記第1および前記第2の磁気ヨーク層の幅の変動が、前記ゼロ・スロート・ポイントを超えたポイントから前記フレア・ポイントまで延びていることを特徴とする、上記(5)に記載の薄膜磁気ヘッド。

(8) 前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の幅が前記第1の磁気ヨーク層についてのみ変動することを特徴とする、上記(2)に記載の薄膜磁気ヘッド。

(9) 前記ゼロ・スロート・ポイントと前記フレア・ポイントとの間の幅が前記第2の磁気ヨーク層についてのみ変動することを特徴とする、上記(2)に記載の薄膜磁気ヘッド。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】先行技術による薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図2】本発明を実施する磁気ディスク記憶システムの簡略化したブロック図である。

【図3】本発明による薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図4】図3の線4-4についての断面図である。

【図5】図3および図4の薄膜磁気ヘッドの電極先端領域の拡大図である。

【図6】先行技術の薄膜磁気ヘッドに関する1つの曲線

と、本発明の2つの実施例に関する曲線とを示す、ギャップ磁場を書き込み電流に対してプロットしたグラフである。

【図7】先行技術の薄膜磁気ヘッドに関する、飽和前の $p_1$ と $p_2$ の全磁束対ゼロ・スロートからの $p_1$ または $p_2$ に沿った距離のグラフである。

【図8】本発明の特定の実施例による、磁束密度をゼロ・フロートから $p_1$ または $p_2$ に沿った距離に対してプロットしたグラフである。

【図9】図8に示す特定の実施例に関する $p_2$ の幅のデータを示すグラフである。

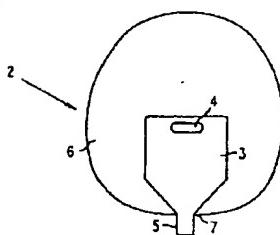
【図10】本発明に関する、 $p_1/p_2$ のテーパの長さをギャップ磁場に対してプロットしたグラフである。

【図11】先行技術の磁気ヘッドと本発明によるヘッドの2つの特定の実施例に関する、ピーク書き込み磁場を書き込み電流に対してプロットしたグラフである。

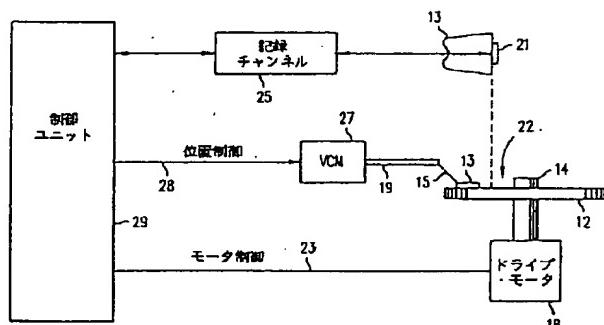
#### 【符号の説明】

- 3 1 整形層
- 3 2 層
- 3 3 整形層
- 3 4 層
- 3 5 絶縁層
- 3 6 絶縁層
- 3 7 絶縁層
- 3 8 後部ギャップ領域
- 3 9 電極先端領域
- 10 4 0 層
- 4 1 変換ギャップ
- 4 2 導体コイル
- 4 3 a~n 卷線
- 4 4 非磁性基板
- 4 5 ゼロ・スロート・ポイント
- 4 6 フレア・ポイント

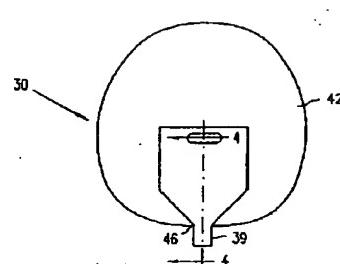
【図1】



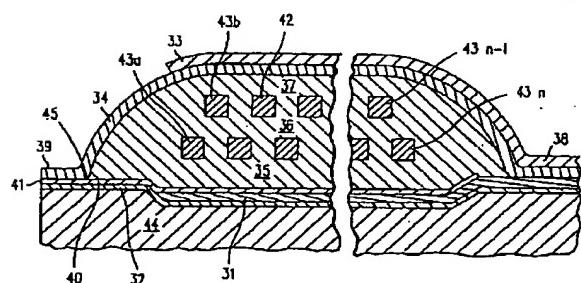
【図2】



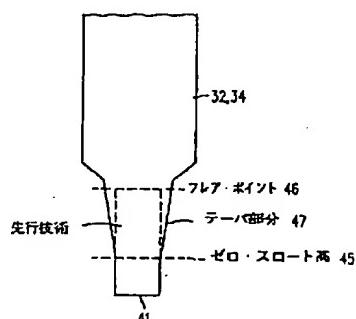
【図3】



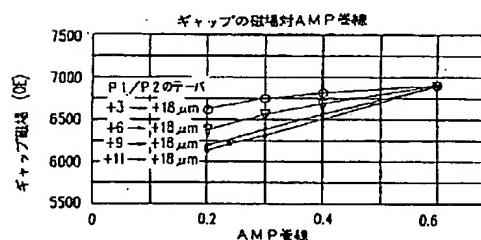
【図4】



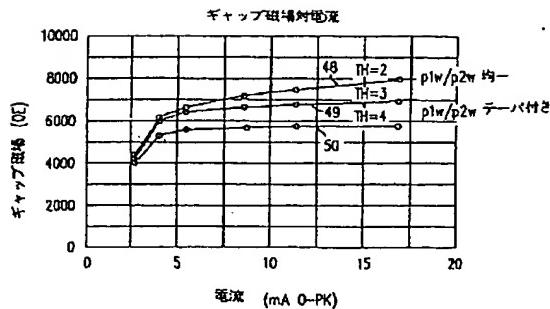
【図5】



【図10】

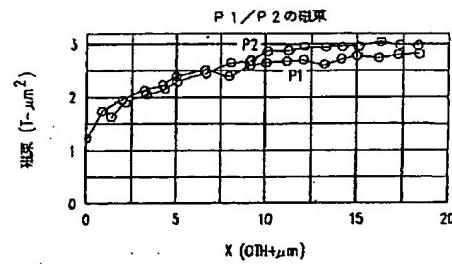


【図6】

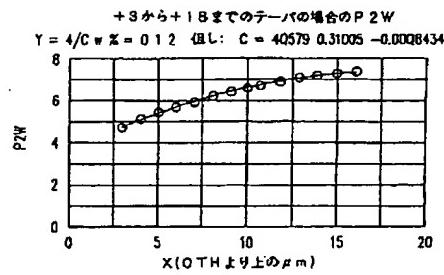
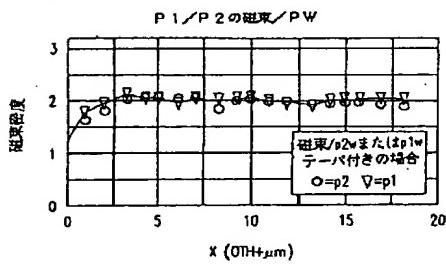


【図8】

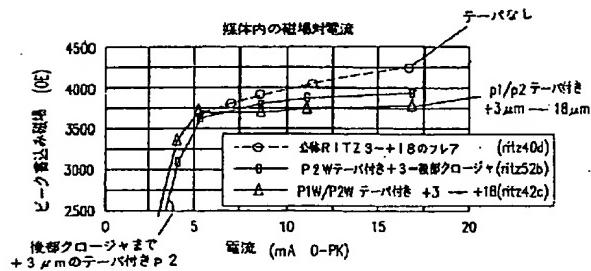
【図7】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 メーソン・エル・ウィリアムズ・ザサード  
アメリカ合衆国95120 カリフォルニア州  
サンノゼヴァーガス・コート 5826